

(2)

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

PCT
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation⁵ :</p> <p style="text-align: center;">G10H 3/26, 3/18</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 90/03025</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 22. März 1990 (22.03.90)</p>									
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP89/01068</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 13. September 1989 (13.09.89)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">P 38 31 187.9</td> <td style="width: 30%;">14. September 1988 (14.09.88)</td> <td style="width: 40%;">DE</td> </tr> <tr> <td>P 39 13 527.6</td> <td>25. April 1989 (25.04.89)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>P 39 29 726.8</td> <td>7. September 1989 (07.09.89)</td> <td>DE</td> </tr> </table> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): WILHELM SCHIMMEL PIANOFORTEFABRIK GMBH [DE/DE]; Friedrich-Seele-Str. 20, D-3300 Braunschweig (DE).</p> <p>(72) Erfinder/und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : HATTERMANN, Albert [DE/DE]; Gut Warxbüttel 4, D-3171 Adenbüttel (DE). BÜCKER, Heinrich [DE/DE]; Jülicher Str. 14, D-4050 Mönchengladbach (DE). BACHMANN, Wolfgang [DE/DE]; Kastnerstr. 10, D-4948 Grevenbroich (DE). SCHAFFRATH, Wilhelm [DE/DE]; Korveyerstr. 13, D-4000 Düsseldorf 30 (DE).</p>			P 38 31 187.9	14. September 1988 (14.09.88)	DE	P 39 13 527.6	25. April 1989 (25.04.89)	DE	P 39 29 726.8	7. September 1989 (07.09.89)	DE
P 38 31 187.9	14. September 1988 (14.09.88)	DE									
P 39 13 527.6	25. April 1989 (25.04.89)	DE									
P 39 29 726.8	7. September 1989 (07.09.89)	DE									
<p>(74) Anwälte: DÖRING, R. usw. ; Jasperallee 1a, D-3300 Braunschweig (DE).</p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, KR, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>											

(54) Title: SOUND RADIATION DEVICE AND MUSICAL INSTRUMENT

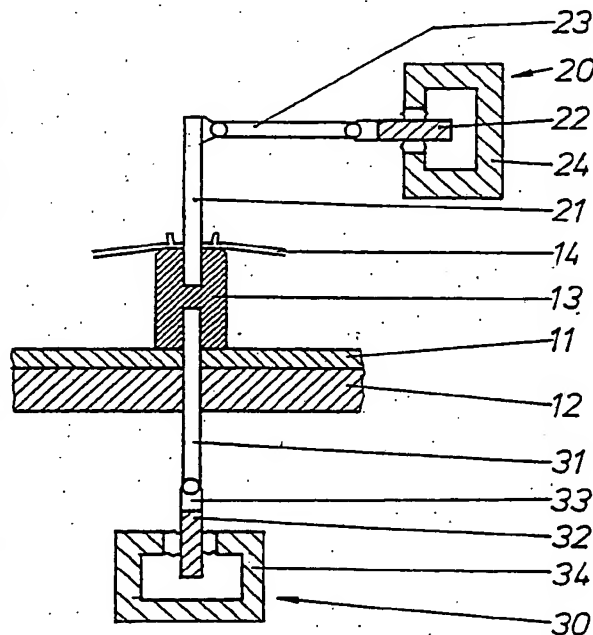
(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR SCHALLABSTRAHLUNG UND MUSIKINSTRUMENT

(57) Abstract

A device for radiating sound by means of a plate-shaped, electro-dynamically activated sound unit, characterized in that the plate-shaped sound unit is of an even or slightly curved design, in the manner of the single-layer or multilayer soundboard (11) of a musical instrument. A preferred soundboard (11) is that of a tuned piano. Said soundboard (11) constitutes the baffle of at least one electromagnetic loudspeaker. This ensures excellent sound quality when reproducing recorded piano music.

(57) Zusammenfassung

Eine Vorrichtung zur Schallabstrahlung mittels eines plattenförmigen, elektro-dynamisch angeregten Klangkörpers zeichnet sich dadurch aus, dass der plattenförmige Klangkörper eben oder schwach gewölbt nach Art eines ein- oder mehrschichtigen Resonanzbodens (11) eines Musikinstrumentes ausgebildet ist. Als Resonanzboden (11) wird bevorzugt der eines spielfertigen Klaviers eingesetzt. Der Resonanzboden (11) stellt dabei die Membran wenigstens eines elektromagnetischen Lautsprechers dar. Eine hohe Klangqualität bei der Wiedergabe aufgezeichneter Klaviermusik wird somit möglich.



BEST AVAILABLE COPY

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MR	Mauritanien
BB	Barbados	FR	Frankreich	MW	Malawi
BE	Belgien	GA	Gabon	NL	Niederlande
BF	Burkina Fasso	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BJ	Benin	IT	Italien	SD	Sudan
BR	Brasilien	JP	Japan	SE	Schweden
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

1

5

Vorrichtung zur Schallabstrahlung und Musikinstrument

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Schallabstrahlung mittels eines plattenförmigen, elektro-dynamisch angeregten Klangkörpers.

10

Der erfinderische Grundgedanke ist realisierbar insbesondere in Verbindung mit einem tastenbetätigten Musikinstrument mit einer Datenverarbeitungseinrichtung, mit der die Betätigung der Tasten in elektrische, Klangwerten entsprechende Signale umgesetzt wird, und mit einer Vorrichtung zur Schallabstrahlung, der diese Signale zugeführt werden.

15

20

Insbesondere kommt ein Musikinstrument in Betracht insbesondere Klavier oder Flügel, mit Saiten, die über Stege gespannt sind und zu Schwingungen angeregt werden, und mit einem plattenförmigen Klangkörper, der eben oder flach gewölbt nach Art eines ein- oder mehrschichtigen Resonanzbodens aus dafür bekannten Werkstoffen ausgebildet ist.

25

30

Umgekehrt ermöglicht die Erfindung auch eine Vorrichtung zur elektro-dynamischen Wandlung mechanischer Schwingungen eines plattenförmigen Klangkörpers in elektrische Signale.

35

Die Wiedergabe von Klavierklängen durch herkömmliche Lautsprechersysteme hat, physikalisch bedingt, einige gravierende Mängel. Die Wiedergabe über zwei getrennt aufgestellte Lautsprecherboxen vermittelt zwar einen räumlichen Eindruck, der jedoch

1 nicht mit dem von Klavier- und Flügelresonanzböden
erzielten diffusen Schallfeld vergleichbar ist. Jedes
herkömmliche Lautsprechersystem erzeugt konstruktions-
bedingt Nichtlinearitäten bezüglich Frequenz- und
5 Phasengang sowie Ein- und Ausschwingverhalten, was
zu einer Klangverfälschung führt. Je größer die Aus-
lenkungen der Membran sind, desto stärker tritt dieser
Effekt in Erscheinung.

10 Beispielsweise aus der GB 2 027 316 A und der
EP 0 054 945 A1 sind Lautsprecheranlagen für den Einbau
in Kraftfahrzeuge oder auch Möbel bekannt, mit denen
eine verbesserte Wiedergabe akustischer Schwingungen
insbesondere im Tieftonbereich erfolgen kann. Dabei
15 stützt man sich auf die Idee, Paneele aus den Fahrzeugen
oder Möbeln als schwingendes und Geräusch produzierendes
Medium mit einzusetzen.

20 Aus der DE 15 37 581 B2 ist eine elektroakustische
Wandleranordnung bekannt, die ein von einem Tonkopf
oder einer ähnlichen Quelle empfangenes elektrisches
Signal in die dynamische Bewegung einer Spule umsetzt,
die ihrerseits an dem Resonanzboden befestigt ist
und diesem eine Schwingung erteilt.

25 Diese bekannten Vorrichtungen können jedoch nicht
bei der Wiedergabe von anspruchsvollen Klavierklängen
befriedigen und sind mehr bei der Lösung von spezi-
ellen Problemen, etwa bei der Musikkwiedergabe in akustisch
30 eher ungünstigen Lagen, etwa in Kraftfahrzeugen, vorzu-
sehen.

35 Zur Verbesserung des Klanges zu Übertragender Klavier-
musik schlägt die DE 36 25 040 A1 vor, ein Klavier-
gehäuse im Inneren mit einem Hohlraum auszustatten

1 und in diesem im wesentlichen vollständig ein Mikrophon
vorzusehen. Der Hohlraum soll vom Resonanzboden und
einem Teil des Gehäuses unterhalb des Resonanzbodens
umschlossen werden. Eine spezielle Struktur aus Kunst-
5 stoffschaum und weiteren Elementen wird zur verbesserten
Abschirmung gegen störende Außeneinflüsse eingesetzt.

Auch hier bleibt jedoch das Problem bestehen, daß
die Wiedergabe über die Lautsprecherboxen nicht dem
10 angestrebten diffusen Schallfeld entspricht, sondern
eher einem künstlichen, an einem speziellen Punkt
des Klavieres herrschenden akustischen Feld.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, unter Ver-
15 meidung der Nachteile des Standes der Technik zusätz-
liche Möglichkeiten für die Klangwiedergabe vorzu-
schlagen.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung zur Schall-
20 abstrahlung mittels eines plattenförmigen, elektro-
dynamisch angeregten Klangkörpers dadurch gelöst,
daß der plattenförmige Klangkörper eben oder schwach
gewölbt nach Art eines ein- oder mehrschichtigen Re-
sonanzbodens eines Musikinstrumentes aus dafür bekannten
25 Werkstoffen ausgebildet ist und die Membran wenigstens
eines elektromagnetischen Lautsprechers, bestehend
aus einem topfförmigen Dauermagnet und einer Schwing-
spule bildet, wobei die Schwingspule wenigstens eines
Lautsprechers über einen Antriebsstößel an dem platten-
30 förmigen Klangkörper angreift.

Aufgezeichnete Musik, insbesondere Klaviermusik wird
durch diese neuartige Vorrichtung in erstklassiger
Klanqualität und Dynamik wiedergegeben. Durch die
35 Verwendung eines Resonanzbodens aus Werkstoffen, die
für Klaviere sonst verwendet werden, wird ein natur-
getreuer Klang erzielt.

1 Natürlich wird es auch möglich, gezielt Verfälschungen
eines naturgetreuen Klanges durch bestimmte Verände-
rungen des Resonanzbodens zu erreichen. Die Anwendung
ist auch nicht auf Klaviermusik beschränkt. Werden
5 Resonanzböden aus sonst für Geigenkästen verwendeten
Werkstoffen ausgebildet, so können Geigenklänge besonders
naturgetreu wiedergegeben werden. Ähnliches gilt auch
für Gitarren und weitere mit Resonanzböden arbeitende
Musikinstrumente.

10 Wird der plattenförmige Klangkörper von dem eingebauten
Resonanzboden eines spielfertigen Klavieres oder Flügels
gebildet, so entstehen völlig neuartige Verwendungs-
möglichkeiten. Ein auf demselben Klavier oder Flügel
15 zuvor gespieltes und aufgezeichnetes Stück kann an-
schließend direkt über das Klavier wiedergegeben werden.
Dies ermöglicht völlig neuartige Methoden des Klavier-
unterrichtes, da dem Schüler seine eigenen Fehler,
insbesondere hinsichtlich Ausdruck, Betonung usw.
20 unmittelbar vorgeführt werden können.

 Auch anspruchsvolle fortgeschrittene Pianisten oder
Komponisten können diese Vorrichtung, etwa im Zusammen-
hang mit einem Musikinstrument nutzen, etwa als Eigen-
25 kontrolle.

 Es wird auch möglich, sich selbst auf dem Klavier
zu begleiten und auf diese Weise vier-, sechs-, acht-
oder mehrhändige Klavierwerke ohne größeren Aufwand
30 zu spielen. Eine künstliche Begleitung, wie sie bisher
in elektronischen Orgeln etwa möglich ist, ist sehr
steril und kann hinsichtlich der Klangqualität den
Ansprüchen nicht genügen. Wurde dagegen bisher versucht,
etwa auf Tonband aufgezeichnete Klavierwerke mit einem
35 herkömmlichen Klavier zu begleiten, fiel die Diskrepanz

1 hinsichtlich der Klangqualität, Stimmung und Dynamik
besonders auf. Mit den neuartigen Vorrichtungen ist
dagegen eine Begleitung ohne diese Diskrepanz und
mit ausgezeichneter Klavierqualität möglich.

5

Auf Wunsch kann natürlich auch eine elektronische
Verfremdung des gespielten Klanges erfolgen. Bestimmte
Frequenzen können ausgeblendet oder verstärkt oder
neu arrangiert werden. Künstlicher Hall kann erzeugt
10 oder weggedämpft werden. Da die Wiedergabe über einen
Resonanzboden erfolgt, wie er aus Klavieren bekannt
ist, entsteht dennoch ein als "klassisch" empfundener
Klang.

15

Aus einer separaten elektronischen Baueinheit kann
natürlich auch - entsprechend einem derzeitigen modi-
schen Trend - ein vollständiger Konzertsatz einge-
spielt werden, der dann mit dem Klavier begleitet
wird (sog. "concert minus 1").

20

Ein prinzipieller Unterschied besteht auch zu den
seit der Jahrhundertwende bekannten sog. Selbstspiel-
pianos. Deren Prinzip beruht grundsätzlich darauf,
daß der Klangeffekt durch Antrieb des Spielwerkes
25 (Hebelwerk der Mechanik) erzielt wird. Für die Steu-
erung dieses Selbstspielpianos zur Bewegung des Spiel-
werkes von Klavieren und Flügeln sind Lochstreifen
und andere Datenträger für die Tonfolge und Musik-
stücke bekannt.

30

Bei der vorliegenden Erfindung jedoch werden der Re-
sonanzboden und der gesamte Resonanzkörper nicht unter
Mitwirkung des Spielwerkes erregt. Vielmehr wirkt
der Resonanzboden als Schwingungsmembran, die von
35 außen durch einen Antriebsstößel Impulse erhält.

1 Der in seinen Klangeigenschaften ganz besondere Cha-
 rakter der Klavierklänge wird digital erzeugt und
 in dieser Form über den Schwingungserreger in den
 Original-Klavierklangkörper eingespeist. Dadurch wird
5 der Klangkörper in einem Schwingungsspektrum und in
 einer Art von außen erregt, wie dies beim originären
 Klavierspiel sonst über die Klangsaiten erfolgt. Dies
 führt zu einem vergleichbaren Schwingungsverhalten,
 das der Resonanzboden sonst durch die mechanische
10 Anregung über die Klangsaiten zeigt, ohne daß diese
 über das Spielwerk angeregt werden müssen.

 Dies liegt vor allem daran, daß der mit besonderen
 Spannungsverhältnissen in ein Klavier eingebaute Re-
15 sonanzboden besondere Schwingungscharakteristiken
 hat, welche auf der Bauweise des Klangkörpers beruhen.
 Wird ein solcher Klangkörper von außen angeregt,
 schwingt er in gleicher Weise, als wäre er direkt
 durch die Klangsaiten erregt. Die originäre Filterwir-
20 kung des Klangkörpers und des Resonanzbodens, wodurch
 der Klangcharakter von Klavierklängen bestimmt wird,
 bleibt also erhalten.

 Der Erfindungsgedanke läßt sich ebenfalls einsetzen
25 bei einem tastenbetätigten Musikinstrument mit einer
 Datenverarbeitungseinrichtung, mit der die Betätigung
 der Tasten in elektrische, Klangwerten entsprechende
 Signale umgesetzt wird, und mit einer Vorrichtung
 zur Schallabstrahlung, der diese Signale zugeführt
30 werden.

 Derartige Musikinstrumente sind auch als sog. Digital-
 pianos bekannt und seit etwa 1987 auch in Versionen
 für den Hausgebrauch auf dem Markt. Sie besitzen
35

1 Tastaturen, die denen von herkömmlichen Klavieren
oder Flügeln ähneln. Sensoren oder andere Elemente
erfassen, welche Taste jeweils gedrückt ist und ermit-
5 teln mit einer Datenverarbeitungseinrichtung ein elek-
trisches Signal, das den zugehörigen Klangwerten ent-
spricht. Mit unterschiedlichen Mechanismen kann zugleich
auch die Stärke oder Geschwindigkeit bestimmt werden,
mit der die Taste gedrückt wird; daraus läßt sich
10 ein Wert für die Lautstärke ermitteln.

15 Das elektrische, den Klangwerten entsprechende Signal
wird nun einer Vorrichtung zur Schallabstrahlung zu-
geführt. Dabei handelt es sich üblicherweise um Laut-
sprecher, die entweder fest in das Musikinstrument
15 eingebaut sind oder extern, etwa als Teile einer Radio-
anlage angeschlossen werden können.

20 Da aufwendige Hammermechaniken, Saiten und dgl. nicht
mehr benötigt werden, sind derartige Digitalpianos
gegenüber herkömmlichen Klavieren preislich sehr kon-
kurrenzfähig. Sie bieten darüber hinaus auch den Vorteil,
daß Kopfhöreranschlüsse vorgesehen werden können,
die ein für die Umwelt praktisch geräuschfreies Kla-
vierspielen ermöglichen. Durch das Vorhandensein einer
25 Datenverarbeitungseinrichtung lassen sich auch Ver-
fremdungen des Klangs vorsätzlich herbeiführen, bei-
spielsweise ungewöhnliche Temperierungen anstelle
der heute allgemein üblichen "wohl-temperierten" Pianos.

30 Sind daher mit den Digitalpianos allerlei elektro-
nische Spielereien möglich, so kann doch ihre Klang-
qualität bei dem ursprünglich angestrebten Zweck,
nämlich der Simulation eines herkömmlichen Klaviers,
nicht befriedigen. Es entsteht kein authentischer
35

1 Klang, sondern es bleibt stets der Eindruck bestehen,
synthetische Musik vor sich zu haben. Die Wiedergabe
der elektrischen Signale durch herkömmliche Lautspre-
5 chersysteme hat, physikalisch bedingt, einige gra-
vierende Mängel. Die Wiedergabe über zwei getrennt
aufgestellte Lautsprecherboxen vermittelt zwar einen
räumlichen Eindruck, der jedoch nicht mit dem von
herkömmlichen Klavieren erzielten diffusen Schallfeld
10 vergleichbar ist. Konstruktionsbedingt entstehen Nicht-
linearitäten bezüglich Frequenz- und Phasengang sowie
Ein- und Ausschwingverhalten, was zu einer Klangver-
fälschung führt. Je größer die Auslenkungen der Mem-
bran sind, desto stärker tritt dieser Effekt in Er-
scheinung.

15 Bei einem derartigen tastenbetätigten Musikinstrument
mit einer Datenverarbeitungseinrichtung kann eine
bessere Klangwiedergabe dadurch erreicht werden, daß
die Vorrichtung zur Schallabstrahlung einen platten-
20 förmigen elektro-dynamisch angeregten Klangkörper
aufweist, der eben oder schwach gewölbt nach Art eines
ein- oder mehrschichtigen Resonanzbodens eines Musik-
instrumentes aus dafür bekannten Werkstoffen ausgebildet
ist und die Membran wenigstens eines elektromagne-
25 tischen Lautsprechers, bestehend aus einem topfförmigen
Dauermagnet und einer Schwingspule, bildet, wobei
die Schwingspule wenigstens eines Lautsprechers über
einen Antriebsstößel an dem plattenförmigen Klangkörper
angreift und dem oder den elektromagnetischen Lautspre-
30 chern die den Klangwerten entsprechenden elektrischen
Signale zugeführt werden.

Die vom Pianisten gespielte Klaviermusik wird durch
dieses neuartige Musikinstrument in erstklassiger,

1 kaum von einem herkömmlichen Klavier zu unterschei-
dender Klangqualität und Dynamik wiedergegeben. Durch
die Verwendung eines Resonanzbodens aus Werkstoffen,
die für Klaviere sonst verwendet werden, wird ein
5 naturgetreuer Klang erzielt.

Diese Verbesserung der Klangqualität wird möglich,
ohne auf die Vorteile verzichten zu müssen, die ein
Digitalpiano gegenüber einem herkömmlichen Klavier
10 bietet: Es ist preislich konkurrenzfähig, Musikwieder-
gabe per Kopfhörer, also ohne Schallabgabe nach außen,
bleibt möglich, auf Klaviernachstimmungen, Saiten-
spannungen und dgl. kann verzichtet werden.

15 Es ist auch möglich, ein auf dem Digitalpiano gespiel-
tes Stück aufzuzeichnen und dieses aufgezeichnete
Stück anschließend direkt wiederzugeben, und zwar
ohne Qualitätsverlust. Dies ermöglicht völlig neu-
artige Methoden des Klavierunterrichtes, bei dem bisher
20 Digitalpianos aufgrund ihres verfälschenden Klanges
keinerlei Verwendung finden konnten. Nun wird es je-
doch möglich, dem Schüler seine eigenen Fehler, ins-
besondere hinsichtlich Ausdruck, Betonung usw., un-
mittelbar vorzuführen.

25 Auch anspruchsvolle fortgeschrittene Pianisten oder
Komponisten können dieses Musikinstrument nutzen,
etwa als Eigenkontrolle.

30 Ein weiteres Anwendungsfeld der Erfindung ist ein
Musikinstrument, insbesondere Klavier oder Flügel
mit Saiten, die über Stege gespannt sind und zu Schwin-
gungen angeregt werden, und mit einem plattenförmigen
Klangkörper, der eben oder schwach gewölbt nach Art.
35

1 eines ein- oder mehrschichtigen Resonanzbodens aus
dafür bekannten Werkstoffen ausgebildet ist.

5 Diese Musikinstrumente mit Saiten, die über Stege
gespannt sind, insbesondere Klaviere oder Flügel,
erfreuen sich seit Jahrhunderten großer Beliebtheit.
Ihre Benutzung ist jedoch beschränkt. Um die von der
Umgebung häufig als störend empfundene beim Üben erzeug-
te noch unvollkommene Musik zu vermeiden, ist man
10 bisher auf Digitalpianos gemäß der vorstehenden Beschrei-
bung ausgewichen, die Kopfhöreranschlüsse besitzen.

Durch den Einsatz der erfindungsgemäßen tastenbetätig-
ten Musikinstrumente mit Datenverarbeitungseinrichtungen
15 läßt sich zwar der Klang der Digitalpianos bereits
deutlich verbessern, dennoch werden viele Verkehrs-
kreise diese digitalen Instrumente nach wie vor ablehnen.
Die Zwischenschaltung der Datenverarbeitung und das
Fehlen der Klaviermechanik wird nach wie vor subjektiv
20 und in gewissem Maße auch berechtigt objektiv dazu
führen, daß auch diese verbesserten Instrumente noch
als Digitalpianos bezeichnet und evtl. mit Vorbehalt
betrachtet werden.

25 Mit der Erfindung läßt sich jedoch ein Musikinstrument,
insbesondere ein Klavier oder ein Flügel, mit Saiten,
die über Stege gespannt sind und zu Schwingungen ange-
regt werden, vorschlagen, das gegenüber den herkömm-
lichen Klavieren eine weitere Benutzbarkeit besitzt
30 und dennoch kein Digitalpiano ist.

Dieses wird dadurch erreicht, daß die Stege beabstan-
det und kontaktfrei von dem Klangkörper (Resonanz-
boden) verlaufen, daß an den Stegen Sensoren zur

1 Abtastung der Stegsschwingungen vorgesehen sind, die
digitale Signale an eine Steuereinheit abgeben, daß
die Steuereinheit Signale in Klangwerte umsetzt und
5 verarbeitet und die verarbeiteten Signale an eine
Vorrichtung zur Schallabstrahlung abgibt, und daß
die Vorrichtung zur Schallabstrahlung den plattenför-
migen elektrodynamisch angeregten Klangkörper (Reso-
nanzboden) aufweist, der die Membran wenigstens eines
10 elektromagnetischen Lautsprechers, bestehend aus einem
topfförmigen Dauermagnet und einer Schwingspule bildet,
wobei die Schwingspule wenigstens eines Lautsprechers
über einen Antriebsstößel an dem plattenförmigen Klang-
körper angreift und dem oder den elektromagnetischen
15 Lautsprechern die den Klangwerten entsprechenden elek-
trischen Signale zugeführt werden.

Die vom Pianisten gespielte Klaviermusik wird durch
dieses neuartige Musikinstrument in erstklassiger,
kaum von einem herkömmlichen Klavier zu unterschei-
20 dender Klangqualität und Dynamik wiedergegeben. Durch
die Verwendung eines Resonanzbodens aus Werkstoffen,
die für Klaviere sonst verwendet werden, wird ein
naturgetreuer Klang erzielt.

25 Diese Verbesserung der Klangqualität im Verhältnis
zu Digitalpianos wird erzielt, obwohl zugleich eine
Verbesserung und Erweiterung der Möglichkeiten gegen-
über herkömmlichen Klavieren erfolgt.

30 So kann auf Wunsch die Schallabgabe nach außen deutlich
reduziert werden. Das bedeutet, daß das Klavier bei
gleichem Tastenanschlag laut oder leise gespielt werden
kann. Hierzu werden lediglich die von den Sensoren
an die Steuereinheit abgegebenen Signale so verar-
35

1 beitet, daß ihre Weitergabe an die Vorrichtung zur
Schallabstrahlung mit der Maßgabe erfolgt, den Schwin-
gungen eine verringerte Amplitude zu geben.

5 Grundsätzlich wird Musikwiedergabe per Kopfhörer,
also ganz ohne Schallabgabe nach außen möglich.

10 Dabei sind die Tastenbetätigungen mit allen herkömm-
lichen oder theoretisch gewünschten Hammermechaniken
versehen, und das Klavier besitzt auch ansonsten alle
auch von dem anspruchsvollsten Pianisten gewünschten
Elemente einschl. der Saiten.

15 Die zur elektro-dynamischen Anregung bzw. externen
Schwingungserregung dienenden elektro-dynamischen
Systeme bestehen funktionell vorzugsweise aus einem
Magnetsystem, einer Schwingspule, einer Zentrierung,
einer Halterung und einer Kopplung. Das Magnetsystem
des Lautsprechers besitzt eine topfförmige Struktur
20 mit ringförmigem Luftspalt. Die in den Luftspalt des
Magnetsystems hineinragende Schwingspule besteht vor-
zugsweise aus einer ein- oder mehrlagigen Kupferwick-
lung, die auf einen rohrförmigen, aus einer unmagne-
tischen Substanz bestehenden Spulenträger aufgebracht
25 ist. Sie kann aber auch durch Verguß oder Verklebung
freitragend gestaltet sein.

30 Die Zentrierung dient zur verzerrungsfreien Übertra-
gung der Schwingungen. Vorzugsweise erfolgt sie über
eine Doppelmembran, die an dem ortsfesten Teil des
Lautsprechers einerseits und an dem Antriebsstößel
andererseits befestigt ist, wobei der Antriebsstößel
zentral in einer Ausnehmung dieser Doppelmembran ge-
lagert ist. Die Doppelmembran hält die Spule in der
35 notwendigen coaxialen Position im Ringspalt um die

1 Schwingungsspule so fest, daß kleine axiale Schwin-
gungsbewegungen sehr leicht möglich sind, radialen
Parallelverschiebungen oder Kippungen der Spulenachse
hingegen möglichst großer Widerstand entgegengesetzt
5 wird..

Der ortsfeste Teil des Magnetsystems bzw. Lautspre-
chers wird durch eine Halterung aus Metall, Holz,
Kunststoff oder Verbundwerkstoff getragen. Diese Hal-
10 terung kann mit dem ortsfesten Rahmen, auch Raste
genannt, verbunden sein. Zu beachten ist dabei, daß
sie vorzugsweise abgeschirmt ist von Rückkopplungen
von Schwingungen des Resonanzbodens auf den Lautspre-
cher. Die Halterung kann Stellvorrichtungen enthalten,
15 mit denen der Magnet in allen räumlichen Achsen und
Ebenen in seiner Lage justiert werden kann.

Die Verbindung zwischen der Schwingspule und dem Reso-
nanzboden erfolgt bevorzugt über einen Kopplungskopf.
20 Er weist einen Flansch auf, der flächig am Resonanz-
boden und fest mit diesem verbunden ist. Auf der vom
Resonanzboden abgewandten Seite besitzt er eine Hülse,
in die der Antriebsstößel gesteckt werden kann. Die
Befestigung des Antriebsstößels in der Hülse erfolgt
25 bevorzugt durch Klebung oder Schraubung. Schweiß-
oder Lötverbindungen oder auch die Kombination aus
verschiedenen Verbindungsarten sind aber ebenfalls
denkbar.

30 Alternativ kann die Schwingspule auch unmittelbar,
beispielsweise über eine Klebverbindung, auf dem An-
triebsstößel angeordnet sein. Der Antriebsstößel über-
nimmt in diesem Falle zusätzlich die Aufgabe des Spu-
lenträgers. An seinem dem Resonanzboden zugewandten
35

1 Ende kann er in diesem Falle mit einem Stopfen ver-
schlossen werden. Dieser Stopfen wird bevorzugt di-
rekt auf dem Resonanzboden befestigt, beispielsweise
festgeschraubt. Der Vorteil dieser Ausführungsform
5 besteht in der geringeren Anzahl der benötigten Bau-
teile, da Antriebsstößel und Spulenträger von einem
Element gebildet werden. Zugleich wird so auch eine
unmittelbarere Übertragung der Schwingungen auf den
Resonanzboden gewährleistet.

10 Die Montage wird erleichtert, wenn der Magnet eine
Zentrierbohrung für einen Zentrierstift aufweist.
Es wird dadurch eine Ausrichtung zunächst der mit
dem Antriebsstößel verbundenen Teile, die nachher
15 mit dem Resonanzboden schwingen, erzielt, insbeson-
dere die Lage der Schwingspule festgelegt. Anschlie-
ßend können der Magnet und die weiteren ortsfesten
Teile mittels des Zentrierstiftes auf die bereits
angeordneten Teile aufgeschoben und so ausgerichtet
20 werden.

Für die Stabilität und Klangeigenschaften des Resonanz-
bodens sowie auch für einige Formen der Schwingungs-
Übertragungen ist es in der Ausführungsform mit den
25 von dem Resonanzboden beabstandeten Stegen zweckmäßig,
wenn auf dem Resonanzboden noch Holme vorgesehen sind,
die beabstandet, aber parallel zu den Stegen verlaufen,
über die die Saiten gespannt sind. Diese Stege kommen
mit den Saiten selbst nicht mehr in Berührung; sie
30 verlaufen jedoch etwa dort, wo in herkömmlichen Kla-
vieren die Klangstege ebenfalls verlaufen.

Eine Ausführungsform für die externe Schwingungser-
regung von Resonanzboden und Klangkörper besteht darin,
35 daß eine erste mechanische Schwingungsspule über einen
Antriebsstößel jene Kippschwingungen auf den Klang-

1 steg überträgt, die sonst von den Klangsaiten dem
Klangsteg erteilt werden. Eine zweite Schwingungs-
spule überträgt auf den Resonanzboden die horizontalen
Schwingungsanteile, welche sonst über den Klangsteg
5 auf den Resonanzboden übertragen werden.

Eine besonders hohe Klangqualität läßt sich erzielen
durch eine Konstruktion aus drei elektromagnetischen
Lautsprechern. Dabei dient ein erster Lautsprecher,
10 der abseits von Rippen und Stegen angeordnet ist,
zur Übertragung der vertikalen Schwingung auf den
Resonanzboden. Ein zweiter an einem Steg angreifender
Lautsprecher überträgt horizontale Kippschwingungen
auf den Steg. Dadurch werden vor allem Oberschwin-
15 gungen übertragen. Ein dritter Lautsprecher arbeitet
über ein Hebelsystem mit einem Wippenlager und über-
trägt aufgrund der höheren Trägheit einer solchen
Konstruktion vor allem Schwingungen mit geringerer
Frequenz unmittelbar auf den Resonanzboden, das ist
20 vor allem der Tieftonbereich.

Bei einem erfindungsgemäßen Einsatz in einem Digitalpiano
ohne Saiten kann eine weitere Verbesserung der Klang-
qualität dadurch erzielt werden, daß an dem platten-
25 förmigen Klangkörper vorgesehene Klangstege mit einer
Spannvorrichtung zur Simulierung der Saiten versehen
sind.

Auch die in spielfertigen Klavieren sonst vorgesehenen
30 Saiten bewirken neben der Schwingungsübertragung auf
den Resonanzkörper ihrerseits eine Beeinflussung des
Schwingungsverhaltens des Resonanzkörpers.

Durch Übertragung geeigneter Vorspannungen auf die
35 Klangstege kann eine Annäherung des Klangverhaltens
auch bezüglich dieser Korrekturen vorgenommen werden.

1 Möglich, allerdings kostenträchtiger und für ein Digital-
piano weniger zu bevorzugen, wäre auch das Vorsehen
einer kompletten Saitenbespannung des Resonanzbodens.

5 Bei der erfindungsgemäßen Verbesserung eines Klaviers
mit zum Klangkörper beabstandeten Stegen läßt sich
eine weitere Verbesserung der Klangqualität dadurch
erzielen, daß diejenigen Stege, über die die Saiten
10 gespannt sind, mit einer Spannvorrichtung versehen
sind, die sie in derjenigen Position vorspannen, die
sie in herkömmlichen Klavieren einnehmen. Dabei ist
zu berücksichtigen, daß die Stege im allgemeinen nicht
geradlinig, sondern in akustisch bedingten Kurven
verlaufen. Durch die Vorspannung wird eine besondere
15 Klangtreue erreicht.

Durch die Erfindung wird neben einer Vorrichtung zur
Schallabstrahlung auch eine Vorrichtung zur elektro-
dynamischen Wandlung mechanischer Schwingungen eines
20 plattenförmigen Klangkörpers in elektrische Signale
vorgeschlagen. Auch diese mikrophonähnliche Vorrichtung
zeichnet sich dadurch aus, daß der plattenförmige
Klangkörper eben oder schwach gewölbt nach Art eines
ein- oder mehrschichtigen Resonanzbodens eines Musik-
25 instrumentes aus dafür verwendeten Werkstoffen aus-
gebildet ist und die Membran wenigstens eines elektro-
magnetischen Mikrophons bildet.

30 Gegebenenfalls kann der Schwingungsabnehmer gleichzeitig
auch der Schwingungsgeber sein. Dabei wird es dann
nicht mehr nötig, die auf dem Klavier gespielte Musik
mit einem separaten Mikrophon aufzunehmen, vielmehr
wird der Resonanzboden des Klaviers unmittelbar als
Mikrophonmembran verwendet.

1 Die Schwingungscharakteristiken von Klangsteg und Resonanzboden werden daher genau in der Form aufgenommen, in der sie eingespeist werden.

5 Im folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren im einzelnen beschrieben.

Es zeigen:

10 Fig. 1a eine geschnittene Prinzipdarstellung durch einen Ausschnitt aus einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 1b eine geschnittene Prinzipdarstellung ähnlich Fig. 1a durch einen Ausschnitt aus einem erfindungsgemäßen Musikinstrument in einer anderen Ausführungsform,

15 Fig. 2 einen Schnitt durch eine spezielle Ausführungsform eines Lautsprechers,

Fig. 3 einen Schnitt durch eine andere spezielle Ausführungsform eines Lautsprechers,

20 Fig. 4 ein Detail aus Fig. 3,

Fig. 5 einen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform,

Fig. 6 Ansichten eines Resonanzbodens von oben, unten und der Seite und

25 Fig. 7 einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Musikinstrument.

Ein Musikinstrument, insbesondere ein Flügel oder ein Klavier, besitzt einen plattenförmigen, ebenen oder schwach gewölbten Resonanzboden 11, von dem in 30 Fig. 1 ein Ausschnitt und in Fig. 6 eine schematische Gesamtansicht gezeigt ist. Der Resonanzboden 11 trägt Rippen 12. Auf der von den Rippen 12 abgewandten Seite des Resonanzbodens 11 kann, wie in Fig. 1a dargestellt, ein Klangsteg 13 oder, wie in Fig. 1b dargestellt,

35

1 ein Holm 13c angeordnet sein, wobei Klangsteg 13 bzw.
Holm 13c parallel zum Resonanzboden 11, aber senkrecht
zu den Rippen 12, verlaufen.

5 In Fig. 1 stützen sich die Klangsaiten 14 auf dem
Klangsteg 13 ab.

10 In Fig. 1b verläuft beabstandet von dem Holm 13c der
Klangsteg 13, auf dem sich dort die Klangsaiten 14
abstützen. Der Klangsteg 13 (ggf. mehrere Klangstege
13, 13b) verlaufen in diesem Falle in gleichmäßigem
Abstand zum Resonanzboden 11. Parallel zu ihnen ist
jeweils der Holm 13c vorgesehen.

15 An dem Klangsteg 13 befindet sich (nicht dargestellt)
eine Anzahl von Sensoren zur Abtastung der Steg-
schwingungen, die digitale Signale an eine Steuereinheit
abgeben. Die Steuereinheit setzt die Signale in Klang-
werte um und verarbeitet sie und gibt sie an eine
20 Vorrichtung zur Schallabstrahlung ab.

Die Vorrichtung zur Schallabstrahlung weist als wesent-
lichen Bestandteil den Resonanzboden 11 auf. Der Reso-
nanzboden 11 ist die Membran wenigstens eines elektro-
25 magnetischen Lautsprechers. Zu dem Lautsprecher gehört
jeweils ein Dauermagnet und eine Schwingspule sowie
ein Antriebsstößel, der an dem Resonanzboden 11 an-
greift.

30 Zur Übertragung der horizontalen bzw. der vertikalen
Komponenten der Signale, die sich aus den Steg-
schwingungen des Klangsteges 13 ergeben, ist jeweils ein
Antrieb 20 bzw. 30 (in Fig. 1) vorgesehen.

35

1 Der Antrieb 20 weist ein Antriebsstößel 21 auf, der
mit seinem einen Ende am Holm 13c befestigt ist, während
sein anderes Ende über ein Gelenk mit der auf einem
rohrförmigen Spulenträger 23 angeordneten Schwingspule
5 22 verbunden ist. Die Schwingspule 22 mit dem rohrförmigen
Spulenträger 23 sind in einem topfförmigen Dauermagneten 24 gelagert.

10 Wird die Schwingspule 22 von Strom durchflossen, so
bewegt sich der rohrförmige Spulenträger 23 in dem
Magnetfeld des Dauermagneten 24 und versetzt damit
auch den Antriebsstößel 21 in Schwingungen, die dieser
wiederum auf den Holm 13c überträgt.

15 Der Antrieb 30 für die Übertragung der vertikalen
Komponenten der Stegsschwingungen besitzt ebenfalls
ein Antriebsstößel 31, der auf der einen Seite im
Holm 13c angeordnet, auf der anderen Seite über ein
Gelenk mit einem rohrförmigen Spulenträger 33 verbun-
20 den ist, auf dem eine Schwingspule 32 befestigt ist.
Diese Schwingspule 32 ist wiederum in einem Dauermagneten 34 beweglich gelagert. Die Funktionsweise entspricht der des Antriebes 20.

25 Der Unterschied zwischen den beiden Antrieben besteht
darin, daß der rohrförmige Spulenträger 33 seine Schwingungen axial auf eine Antriebsstößel 31 überträgt,
der seinerseits diese Schwingungen als vertikale Komponente auf den Holm 13c weitergibt.

30 Andererseits versetzt der rohrförmige Spulenträger
23 den Antriebsstößel 21 in Querschwingungen, die
diese als horizontale Komponente an den Holm 13c weitergibt.

35

- 1 In der Fig. 2 ist eine spezielle Ausführungsform einer
erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Auch hier
soll der Schall eines Anregungssystems auf einen
Klangkörper, nämlich einen Resonanzboden 11, übertragen
5 werden. Zu dem Anregungssystem gehört ein Antriebsstößel
41, der durch die Bewegung einer Schwingspule 42 mit
einem rohrförmigen Spulenträger 43 in einem Magneten
44 bewegt wird. Zu dem Magneten 44 gehört ein Polkern
45. Der Magnet 44 wird außerdem durch eine untere
10 Polplatte 47 und eine obere Polplatte 48 eingeschlossen,
wobei die obere Polplatte 48 eine zentrale Öffnung
aufweist, in der axial der rohrförmige Spulenträger
43 mit der Schwingspule 42 angeordnet ist.
- 15 Der Antriebsstößel 41 ist an einem Kopplungskopf 46
befestigt, der seinerseits an dem rohrförmigen Spulenträ-
ger 43 befestigt ist.
- 20 Die Übertragung der Schwingung von dem Antriebsstößel
41 auf den Resonanzboden 11 erfolgt nicht direkt,
sondern über ein Hebelsystem. Zu diesem Zweck befindet
sich ein Wippenlager 51 zwischen dem Resonanzboden
11 und einem Hebelarm 52, der im wesentlichen parallel
zum Resonanzboden angeordnet ist. Der Hebelarm 52
25 ist an seinem einen Ende mit dem Antriebsstößel 41
gekoppelt, an seinem anderen Ende mit einer Befestigung
53 am Resonanzboden 11 montiert. Das Wippenlager 51
ist zwischen den beiden Elementen 41 und 53 angeordnet.
- 30 Zur Verbindung des Kopplungskopfes 46 mit dem rohrförmigen
Spulenträger 43 wird eine Hartklebung vorge-
schlagen, zur Führung der Schwingspule können auch
ein oder mehrere Zentriermembranen eingesetzt werden.
- 35 Diese hebel- oder wippenartige Konstruktion dient

1 vor allem zur Übertragung von tiefen Tönen. Aufgrund
der Trägheit des Hebelsystems (diese kann auch durch
geeignetes elastisches Material für das Wippenlager
51 verstärkt werden) werden nur solche Bewegungen
5 des Antriebsstößels übertragen, die über eine bestimmte
Zeitdauer anhalten. Das aber ist nur für niederfrequenten
Schwingungen der Fall. Durch entsprechende Ausbildung
des Hebels kann damit zugleich auch der bevorzugt
zu übertragende Frequenzbereich der Töne ausgewählt
10 werden. Durch den Einsatz mehrerer solcher Hebel-
bzw. Wippensysteme mit unterschiedlichen Spezifikationen
an verschiedenen Stellen des Resonanzbodens
kann auf diese Weise eine naturgetreue Übertragung
im Tieftonbereich erfolgen.

15 In den Fig. 3 und 4 ist eine Konstruktion dargestellt,
die vor allem zur Übertragung von Tönen im mittleren
Frequenzbereich dient. Sie überträgt alle Schwingungen
direkt von dem Magnetsystem auf den Resonanzboden.

20 An dem Resonanzboden 11 greift ein Antriebsstößel
31 an. Der Antriebsstößel 31 ist mit einer Schwingspule
32 verbunden, die auf einem rohrförmigen Spulenträger
33 in einem Magneten 44 gelagert ist. Zu dem Magneten
25 44 gehört (wie in Fig. 2) ein Polkern 45. Der Magnet
44 wird außerdem durch eine untere Polplatte 47 und
eine obere Polplatte 48 eingeschlossen, wobei die
obere Polplatte 48 eine zentrale Öffnung aufweist,
in der axial der rohrförmige Spulenträger 33 mit der
30 Schwingspule 32 angeordnet ist.

Zur Zentrierung dient eine Doppelmembran. Die obere
Zentriermembran 61 ist an einem coaxialen Abstandsring
62 befestigt. Dieser coaxiale Abstandsring 62 ist
35 seinerseits an der oberen Polplatte 48 befestigt.

1 Der äußere Rand der oberen Zentriermembran 61 ist
damit ortsfest. Sie ist ringförmig ausgebildet und
besitzt daher eine innere kreisförmige Ausnehmung.
Durch diese Ausnehmung erstreckt sich der rohrförmige
5 Spulenträger 33 mit der Schwingspule 32. Die obere
Zentriermembran 61 ist dabei an dem rohrförmigen Spulen-
träger 33 befestigt. Wie insbesondere aus Fig. 4 hervor-
geht, ist diese Befestigung beispielsweise durch Ein-
rasten in eine Ringnut 63 zu bewirken.

10 Auf ähnliche Weise ist eine untere Zentriermembran
66 in dem Ringspalt zwischen dem Magneten 44 und dem
Polkern 45 aufgenommen. Sie ist einerseits mit ihrem
äußeren ringförmigen Rand an dem Magneten 44 und ande-
15 rerseits mit ihrem inneren, ebenfalls kreisförmigen
Rand der oberen Zentriermembran 61 ist damit ortsfest.
Sie ist ringförmig ausgebildet und besitzt daher eine
innere kreisförmige Ausnehmung. Durch diese Ausnehmung
erstreckt sich der rohrförmige Spulenträger 33 mit
20 der Schwingspule 32. Die obere Zentriermembran 61
ist dabei an dem rohrförmigen Spulenträger 33 befestigt.
Wie insbesondere aus Fig. 4 hervorgeht, ist diese
Befestigung beispielsweise durch Einrasten in eine
Ringnut 63 zu bewirken.

25 Auf ähnliche Weise ist eine untere Zentriermembran
66 in dem Ringspalt zwischen dem Magneten 44 und dem
Polkern 45 aufgenommen. Sie ist einerseits mit ihrem
äußeren ringförmigen Rand an dem Magneten 44 und ande-
30 rerseits mit ihrem inneren, ebenfalls kreisförmigen
Rand an dem unteren Ende des rohrförmigen Spulenträ-
gers 33 befestigt.

35 Die Doppelmembran mit der oberen Zentriermembran 61
und der unteren Zentriermembran 66 ist in gewissem

1 Rahmen flexibel. Während die axiale Bewegung des rohr-
förmigen Spulenkörpers 33 der Schwingspule 32 um den
Polkern 45 gestattet (deren Amplitude ist verhältnis-
mäßig gering), verhindert sie radiale oder Kippbe-
5 wegungen des rohrförmigen Spulenträgers 33. Diese
Bewegungen würden eine Komponente in der Membranebene
besitzen und werden daher herausgefiltert.

Das obere kreisförmige Ende des rohrförmigen Spulenträ-
10 gers 33 wird durch einen Kopplungskopf 46 abgeschlos-
sen. Dieser wird durch eine Hartklebung 71 mit dem
rohrförmigen Spulenträger 33 fest verbunden. Auf dem
Kopplungskopf 46 sitzt der Antriebsstößel 31. Er kann
(vgl. Fig. 4) beispielsweise in den Kopplungskopf
15 46 eingeschraubt sein.

Der Antriebsstößel 31 ragt in eine Hülse 72. Die Hülse
72 ist einstückig ausgeführt mit einem Flansch 73.
Dieser Flansch ist eben und parallel zum Resonanzboden
20 11 und wird beispielsweise über Schrauben durch Bohrun-
gen 74 fest an dem Resonanzboden 11 montiert. Die
Hülse 72 an dem Flansch 73 ist vertikal nach unten
geöffnet, so daß der Antriebsstößel 31 genau in sie
hineinragt. Zwischen dem Antriebsstößel 31 und der
25 Innenwandung der Hülse 72 ist ein Kleberaum 75 gebildet.
Durch die Wandung der Hülse 72 erstrecken sich Entlüf-
tungs- oder Füllbohrungen 76. Durch diese Öffnungen
76 kann ein Klebemittel in den Kleberaum 75 eingeführt
werden, das zu einer festen Verbindung des Antriebsstö-
30 ßels 31 mit der Hülse 72 und damit mit dem Flansch
73 und dem Resonanzboden 11 führt. Diese Verbindung
muß fest sein, um die Schwingungen des rohrförmigen
Spulenträgers 33 sicher auf den Resonanzboden 11 über-
tragen zu können, ohne daß dabei Verzerrungen auf-
35 treten. Axial um den Antriebsstößel 31 ist unterhalb

1 der Hülse 72 ein Dichtring 77 ausgebildet (in Fig.
4 etwas beabstandet von der Hülse 72 dargestellt).
Dieser dichtet den Kleberaum 75 nach unten ab und
5 verhindert, daß das Klebemittel während der Klebung
austritt.

In der Fig. 5 ist eine Konstruktion dargestellt, die
wie die Konzeption der Fig. 3 und 4 direkt die Schwingun-
gen von dem Magnetsystem auf den Resonanzboden 11
10 überträgt.

Ein Antriebsstößel 81 übernimmt jedoch zugleich die
Funktion des Spulenträgers. Auf ihm ist die Schwing-
spule 82 befestigt. Der rohrförmige Antriebsstößel
15 81 ist in einem Magneten 44 gelagert, wie dies in
der vorhergehenden Ausführungsform der rohrförmige
Spulenträger war.

Auf der von dem Magneten 44 abgewandten und dem Re-
sonanzboden 11 zugewandten Seite des Antriebsstößels 81
20 ist ein Stopfen 87 vorgesehen, der das Rohrende ab-
schließt. Zwischen dem Stopfen 87 und dem Antriebs-
stößel 81 ist ein Kleberaum 75 mit Klebemittel ausge-
füllt und sorgt für eine feste und sichere Verbindung.
25 Der Stopfen 87 ist auf der dem Resonanzboden 11 zuge-
wandten Seite eben und dem Rohr entsprechend kreis-
förmig ausgebildet. Zur Sicherung der Klebeverbindung
und zur Vergrößerung des Kleberaumes 75 zieht sich
der Stopfen 87 von dem Ende des Antriebsstößels 81
30 noch etwas hülsenartig in ihn hinein. Der Stopfen
87 ist mit Holzschrauben 88 am Resonanzboden 11 fest-
geschraubt.

Der Magnet 44 besitzt zentral eine vertikal zum Resonanz-
boden 11, also axial zur Schwingspule 82 und zum An-
35

1 triebsstößel 81, dem Spulenträger, ausgerichtete Zentrierbohrung 89.

5 Die Montage eines Lautsprechers bzw. einer Antriebseinheit entsprechend dieser Konstruktion verläuft wie folgt: Zunächst wird der Stopfen 87 (bestehend vorzugsweise aus Aluminium) an der vorgesehenen Stelle mit Holzschrauben 88 am Resonanzboden 11 montiert. Auf ihn wird der Antriebsstößel 81 mit der Schwingspule 10 82 aufgeschoben und im Bereich des Kleberaumes 75 fest mit dem Stopfen 87 verklebt.

15 Ein Zentrierstift kann nun (oder auch schon vor dem Aufsetzen des Stopfens 87 auf dem Resonanzboden 11) in eine nicht dargestellte Bohrung zentral im Stopfen 87 eingeführt werden. Vorzugsweise wird er in ein in dieser Bohrung vorgesehenes Gewinde eingeschraubt, so daß er genau senkrecht zur Bodenfläche des Stopfens 87 und damit des Resonanzbodens 11 steht.

20 Auf den Zentrierstift wird anschließend der Magnet 44 mit seiner Zentrierbohrung 89 aufgeschoben. Der Zentrierstift geht paßgenau durch die Zentrierbohrung 89. Er ist damit gleichzeitig exakt auf die Schwingspule 82 ausgerichtet. Der Magnet 44 wird dann fest mit ortsfesten Teilen, beispielsweise dem Rahmen oder der Raste, verbunden. Dazu werden mehrere Justierschrauben verwendet, die zunächst am Rahmen gleichmäßig 25 fest angezogen werden. Dann erfolgt ggf. eine Feinabstimmung. Schließlich wird der Zentrierstift herausgeschraubt und durch die Zentrierbohrung 89 herausgezogen. Beim Herausziehen des Zentrierstiftes bleibt der Magnet 44 aufgrund seiner Befestigung in der justierten Position.

35

1 Die Justierschrauben legen die Position in mehrerer
Hinsicht fest. Durch eine topfförmige Halterung erstrecken
sich zum einen mehrere Zugschrauben (etwa vier), die
5 in Gewinde im Magneten 44 eingeschraubt werden und
so die Halterung und den Magneten verbinden (zueinander-
ziehen). Die Halterung wird an einem ortsfesten Teil
befestigt.

10 Radial durch den zylindrischen den Magneten 44 umgeben-
den Teil der topfförmigen Halterung erstrecken sich
gleichmäßig über den Umfang verteilt mehrere (ebenfalls
etwa vier) Druckschrauben, die sich auf dem Magneten
44 abstützen. Sie dienen zur X-Y-Orientierung des
Magneten. Weitere (etwa vier) Druckschrauben erstrecken
15 sich parallel zum Zentrierstift durch den Deckel der
Halterung und stützen sich ebenfalls am Magneten 44
ab. Sie dienen zur Z-Orientierung, wobei sie allerdings
auch auf die X-Y-Orientierung Einfluß nehmen.

20 Ein Schwingen der Schwingspule 82 relativ zum Magneten
44 führt jetzt zu Schwingungsbewegungen des Resonanzbo-
dens 11.

25 Sollte sich das Holz verziehen, ist eine problemlose
Nachjustierung möglich. Das System ist z.B. bei Trans-
porten einfach demontierbar und wiederanbringbar.
Ebenso einfach ist ein Auswechseln defekter oder etwa
durch Überlast zerstörter Schwingspulen 82.

30 Eine Kombination der Ausführungsformen aus den Fig.
1 bis 5 miteinander und auch mit weiteren Lautsprecher-
vorrichtungen ist möglich.

35 Fig. 6 zeigt einen Resonanzboden 11 mit einer Kombina-
tion derartiger Lautsprechervorrichtungen. Der in

- 1 Draufsicht rechteckige Resonanzboden besitzt diagonale,
parallele Rippen 12. Leicht geschwungen, aber im wesent-
lichen senkrecht zu den Rippen 12 ist ein Klangsteg
5 13 angeordnet. Üblicherweise besitzen Klaviere und
Flügel einen zweiten Klangsteg 13b. Der erste längere,
sich in etwa diagonal über den ganzen Resonanzboden
11 erstreckende Klangsteg 13 wird auch als Diskantsteg
oder Hauptsteg bezeichnet, der zweite kürzere, ungefähr
parallel zum ersten verlaufende Klangsteg 13b dagegen
10 als Baßsteg, entsprechend den jeweils auf den Klang-
stegen 13, 13b abgestützten Klangsaiten, die in Fig.
6 nicht dargestellt sind. Der Resonanzboden 11 ist
außen von einem Rahmen 15 umgeben.
- 15 Bei einem Einsatz in einem Musikinstrument mit Stegen
13, 13b, die beabstandet von dem Resonanzboden 11 ange-
ordnet sind, würden Stege und Holme wie in der beigefüg-
ten Fig. 6 in der Draufsicht verlaufen. In der Schnitt-
darstellung müßten die Bezugszeichen 13 und 13b durch
20 die Bezugszeichen 13c und 13d für die Holme ersetzt
werden, während die Klangstege 13 und 13b in diesem
Falle in der Zeichnung genau rechts neben diesen Holmen
angeordnet wären. Die Saiten 14 würden dann rechts
von diesen Stegen 13 verlaufen.
- 25 Auf dem Resonanzboden 11 sind in diesem Ausführungs-
beispiel drei Vorrichtungen zur Schwingungsübertragung
vorgesehen. Benachbart zum einen Ende eines Klangsteges
13, aber beabstandet von diesem und auch mit Abstand
30 zu den Rippen 12, ist ein Antrieb 30 zur Übertragung
der vertikalen Komponente der Schwingungen angeordnet.
Dieser Antrieb 30 entspricht beispielsweise der in
den Fig. 3, 4 oder 5 dargestellten Ausführungsform.
Direkt an dem Klangsteg 13 angreifend und in der Nähe
35 von dessen gegenüberliegendem Ende angeordnet ist

1 der Antrieb 20 zur Übertragung der horizontalen Kompo-
nente der Stegsschwingungen. Das Prinzip eines derartigen
Antriebes ist beispielsweise in Fig. 1 dargestellt.
5 Dieser Antrieb überträgt im wesentlichen Töne im Dis-
kantbereich.

 Zur Übertragung im Tieftonbereich dient dagegen der
dritte Antrieb 40, der zwischen den beiden Klangstegen
13 und 13b angeordnet ist, ebenfalls beabstandet von
10 den Rippen 12. Dieser Antrieb ist entsprechend der
in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ausgebildet.

 Als Beispiel für einen Einsatz in einem Musikinstrument
wird der einem Digitalpiano ähnliche Fall in Fig. 7
15 im Schnitt dargestellt. In einem Gehäuse 1 ist wie
bei bekannten Klavieren und Digitalpianos eine Klaviatur
2 vorgesehen, bestehend aus einer Reihe von Tasten,
von denen im Schnitt nur eine dargestellt ist. Die
Tastatur 2 ist mit einer Klappe 3 abdeckbar. Die Tasten
20 der Klaviatur 2 können um einen Drehpunkt geschwenkt
werden, wenn sie aus ihrer Ruhelage ausgelenkt werden.
Dabei werden sie in ihre Ruhelage vorgespannt, in
die sie daher automatisch zurückkehren.

25 Der Anschlagvorgang der Tasten wird registriert und
in seiner Zeitdauer sowie in der Härte bzw. Geschwin-
digkeit des Anschlages in ein digitales Signal über-
setzt. Dies geschieht in einer Mechanikbox 4, die
in Fig. 7 lediglich als Funktionskasten angedeutet
30 ist.

 Verschiedene Funktionsweisen der Mechanikbox 4 und
der mit ihr verbundenen Meßsensoren sind denkbar.
Die Geschwindigkeit des Tastenanschlages kann etwa
35 dadurch bestimmt werden, indem gemessen wird, welcher

1 Zeitabstand zwischen dem Passieren zweier vorgegebener Punkte auf der Tastenanschlagbahn verstreicht.

5 Die digitalen Signale der Mechanikbox 4 werden auf eine Elektronikbox 5 übertragen, die diese Werte bestimmten Klangwerten zuordnet. Diese Klangwerte dienen zur Ansteuerung von elektromagnetischen Lautsprechern, die auf dem Resonanzboden 11 angeordnet sind.

10 Dieser Resonanzboden 11 ist wie bei herkömmlichen Klavieren als senkrechte Platte im hinteren Teil des Gehäuses 1 des Klavieres aufgestellt.

15 Er kann wie bei herkömmlichen Klavieren mit Saiten bespannt sein, davon ist bei der Darstellung in den anderen Figuren ausgegangen worden. Es ist aber auch möglich, auf diese Saiten zu verzichten und stattdessen ihren Klangeinfluß durch eine an den Klangstegen angreifende Spannvorrichtung zu simulieren.

20 Die Anschläge der Tasten der Tastatur 2 werden also in der Mechanikbox 4 in digitale Signale übersetzt, die die Elektronikbox 5 zur Ansteuerung von Antrieben 20 bzw. 30 einsetzt.

25 Während in der Fig. 6 von drei Antrieben verschiedener Art in verschiedenen Positionen des Resonanzbodens 11 ausgegangen wird, hat sich in der Praxis eine Zahl zwischen vier und etwa zehn Antrieben bzw.
30 Lautsprechern als besonders günstig herausgestellt, und zwar unter Berücksichtigung des Kosten-Nutzen-Gedankens. Mit dieser Zahl von Antrieben läßt sich bereits eine hervorragende Qualität erreichen, ohne daß die
35 Kosten zu hoch werden. Eine Steigerung der Zahl über zehn hinaus bringt nur noch geringere Verbesserungen.

1

Patentansprüche

5

10

15

20

25

30

35

1. Vorrichtung zur Schallabstrahlung mittels eines plattenförmigen elektro-dynamisch angeregten Klangkörpers, der eben oder schwach gewölbt nach Art eines ein- oder mehrschichtigen Resonanzbodens (11) eines Musikinstrumentes aus dafür bekannten Werkstoffen ausgebildet ist und die Membran wenigstens eines elektromagnetischen Lautsprechers, bestehend aus einem topfförmigen Dauermagnet (24,34,44) und einer Schwingspule (22,32,42,82) bildet, wobei die Schwingspule wenigstens eines Lautsprechers über einen Antriebsstößel (21,31,41,81) an dem plattenförmigen Klangkörper angreift.

2. Tastenbetätigtes Musikinstrument mit einer Datenverarbeitungseinrichtung, mit der die Betätigung der Tasten in elektrische, Klangwerten entsprechende Signale umgesetzt wird, und mit einer Vorrichtung zur Schallabstrahlung, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zur Schallabstrahlung einen plattenförmigen elektro-dynamisch angeregten Klangkörper aufweist, der eben oder schwach gewölbt nach Art eines ein- oder mehrschichtigen Resonanzbodens aus dafür bekannten Werkstoffen ausgebildet ist und die Membran wenigstens eines elektromagnetischen Lautsprechers, bestehend aus einem topfförmigen Dauermagnet und einer Schwingspule bildet, wobei die Schwingspule wenigstens eines Lautsprechers über einen Antriebsstößel an dem plattenförmigen Klangkörper angreift und dem oder den elektromagnetischen Lautsprechern die den Klangwerten entsprechenden elektrischen Signale zugeführt werden.

- 1 3. Musikinstrument, insbesondere Klavier oder Flügel,
mit Saiten, die über Stege gespannt sind und zu
Schwingungen angeregt werden, und mit einem plattenförmigen Klangkörper, der eben oder schwach
5 gewölbt nach Art eines ein- oder mehrschichtigen Resonanzbodens aus dafür bekannten Werkstoffen ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (13,13b) beabstandet und kontaktfrei von dem Klangkörper (Resonanzboden 11) verlaufen, daß
10 an den Stegen Sensoren zur Abtastung der Stegschwingungen vorgesehen sind, die digitale Signale an eine Steuereinheit abgeben, daß die Steuereinheit Signale in Klangwerte umsetzt und verarbeitet und die verarbeiteten Signale an eine Vorrichtung zur Schallabstrahlung abgibt, und daß die Vorrichtung
15 zur Schallabstrahlung den plattenförmigen elektrodynamisch angeregten Klangkörper (Resonanzboden 11) aufweist, der die Membran wenigstens eines elektromagnetischen Lautsprechers, bestehend aus einem
20 topfförmigen Dauermagnet (24,34,44) und einer Schwingspule (22,32,42,82) bildet, wobei die Schwingspule wenigstens eines Lautsprechers über einen Antriebsstößel (21,31,41,81) an dem plattenförmigen Klangkörper angreift und dem oder den elektromagnetischen
25 Lautsprechern die den Klangwerten entsprechenden elektrischen Signale zugeführt werden.
- 30 4. Vorrichtung zur elektro-dynamischen Wandlung mechanischer Schwingungen eines plattenförmigen Klangkörpers in elektrische Signale, wobei der plattenförmige Klangkörper eben oder schwach gewölbt nach Art eines ein- oder mehrschichtigen Resonanzbodens (11) eines Musikinstrumentes aus dafür bekannten Werkstoffen ausgebildet ist und die Membran wenigstens eines elektromagnetischen Mikrophones, bestehend aus einem topfförmigen Dauermagnet (24,34) und
35

1 einer Schwingspule (22,32), bildet, wobei die Schwing-
spule wenigstens eines Mikrophones über einen An-
triebsstößel (21,31) an dem plattenförmigen Klang-
5 körper angreift.

10 5. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß der plattenförmige Klangkörper von dem eingebau-
ten Resonanzboden (11) eines spielfertigen Klavieres
oder Flügels gebildet ist.

15 6. Musikinstrument nach Anspruch 3 und 5, dadurch
gekennzeichnet, daß eine Spannvorrichtung vorgesehen
ist, die die Stege in einer Form hält, die der
Anordnung in spielfertigen Klavieren oder Flügeln
entspricht.

20 7. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß der Antriebsstößel (31,41,81) wenigstens eines
Lautsprechers bzw. Mikrophons mit seiner Längs-
achse normal zu dem plattenförmigen Klangkörper
(Resonanzboden 11) verläuft.

25 8. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß der plattenförmige Klangkörper (Resonanzboden
11) mit einem sich längs des gesamten Plattenrandes
erstreckenden Verstärkungsrahmen ausgerüstet ist.
30

35 9. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß der plattenförmige Klangkörper (Resonanzboden
11) in einer ortsfesten Randeinspannung gehalten
ist.

- 1 10. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß mit dem Resonanzboden (11) mehrere elektro-dyna-
mische Lautsprecher bzw. Mikrophone verbunden sind,
5 von denen einer bzw. eines mit seiner Schwingspule
(32) über einen mit seiner Längsachse normal zu
dem Resonanzboden (11) verlaufenden Antriebsstößel
(31) und ein anderer bzw. anderes mit seiner Schwing-
spule (42) an einem Ende eines doppelarmigen Hebels
10 (52,53) angreift, der in einer Ebene parallel zum
Resonanzboden (11) verläuft und sich bis über ein
in Hebellängsrichtung verschiebbares Widerlager
(Wippenlager 51) nach Art einer Wippe auf dem Resonanz-
boden (11) abstützt sowie mit seinem anderen Ende
15 über ein Verankerungsteil (Befestigung 53) fest
mit dem Resonanzboden verbunden ist.
- 20 11. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach Anspruch
10, dadurch gekennzeichnet, daß der doppelarmige
Hebel (52,53) aus einem elastisch nachgiebigen
Werkstoff, wie Aluminium oder glasfaserverstärkten
Kunststoff, und das Widerlager (Wippenlager 51)
aus einem Werkstoff größerer Härte, wie Stahl oder
Keramik besteht, und daß der doppelarmige Hebel
25 (52,53) mit Vorspannung gegen das Widerlager gedrückt
gehalten und das Widerlager als Kipprolle ausgebildet
ist.
- 30 12. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß
der Lautsprecher (Antrieb 30) bzw. das Mikrophon
mit dem normal (vertikal) am Resonanzboden (11)
angreifenden Stößel (21,31,81) im Diskantbereich
und der über den doppelarmigen Hebel (52,53) an
35 dem Resonanzboden (11) angreifende Lautsprecher
(Antrieb 40) bzw. das Mikrophon im Tieftonbereich
angeordnet sind.

- 1 13. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
 Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß
 zur Erfassung der Kippschwingungen des Resonanzbodens
 (11) ein weiterer Lautsprecher (Antrieb 20) bzw.
5 Mikrophon vorgesehen ist, dessen in Richtung der
 Längsachse der Schwingspule (22) verlaufender Spulen-
 träger (23) in einer Ebene parallel zu dem Resonanz-
 boden (11) verläuft und an dem oberen Ende eines
 von einem Holm (13c) bzw. Klangsteg (13) aufragenden
10 und in diesem verankerten Antriebsstößels (21)
 gehalten ist.
14. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
 vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
15 daß der Antriebsstößel (31,41) wenigstens eines
 Lautsprechers bzw. Mikrophons an seinem dem topfför-
 migen Dauermagneten (34,44) zugekehrten Ende mit
 einem dem Durchmesser der Schwingspule (32,42)
 angepaßten massiven Ringkörper (Kopplungskopf 46)
20 aus festem unmagnetischem Werkstoff, wie Aluminium,
 Kupfer oder Keramik besteht, an welchem ein in
 den Ringspalt des Topfmagneten ragender rohrför-
 miger Spulenträger (33,43) mit der darauf angeordne-
 ten Wicklung der Schwingspule (32,42) gehalten
25 ist.
15. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach Anspruch
 14, dadurch gekennzeichnet, daß der rohrförmige
 Spulenträger (33,43) mit dem massiven an dem An-
30 triebsstößel (31,41) befestigten Ringkörper (Kopp-
 lungskopf 46) durch eine Klebverbindung gehalten
 ist.
16. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
35 vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

- 1 daß der Antriebsstößel (81) wenigstens eines Laut-
 sprechers bzw. Mikrophons zugleich der Spulenträger
 für die ihm zugeordnete Schwingspule (82) ist.
- 5 17. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach Anspruch
 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsstößel
 (81) rohrförmig ausgebildet und an seinem dem Re-
 sonanzboden (11) zugewandten Ende mit einem Stopfen
 (87) abgeschlossen ist, der seinerseits am Resonanz-
10 boden (11) befestigt ist.
18. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
 vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 daß der Magnet (44) wenigstens eines Lautsprechers
15 bzw. Mikrophons mit einer Zentrierbohrung (89)
 für einen Zentrierstift versehen ist.
19. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
 vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
20 daß der bzw. die Lautsprecher bzw. das oder die
 Mikrophone an elektrische Verstärker angeschlossen
 sind, die ihrerseits mit hohen Aufzeichnungs- und
 Abspielgeräten verbunden sind.
- 25 20. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
 vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 daß an dem plattenförmigen Klangkörper vorgesehene
 Klangstege (13, 13b) mit einer Spannvorrichtung
 zur Simulierung der Saiten versehen sind.
- 30 21. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
 vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 daß auf dem Resonanzboden (11) benachbart zu den
 Stegen (13, 13b) Holme (13c) vorgesehen sind, die
35 beabstandet von den Stegen (13, 13b) angeordnet
 sind.

1 22. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß die Steuereinheit mit Tonaufzeichnungs- und/oder
Abspielgeräten verbunden ist.

5

23. Vorrichtung bzw. Musikinstrument nach einem der
vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
daß insgesamt zwischen vier und zehn Lautsprecher
auf dem Resonanzboden angeordnet sind.

10

15

20

25

30

35

1/8

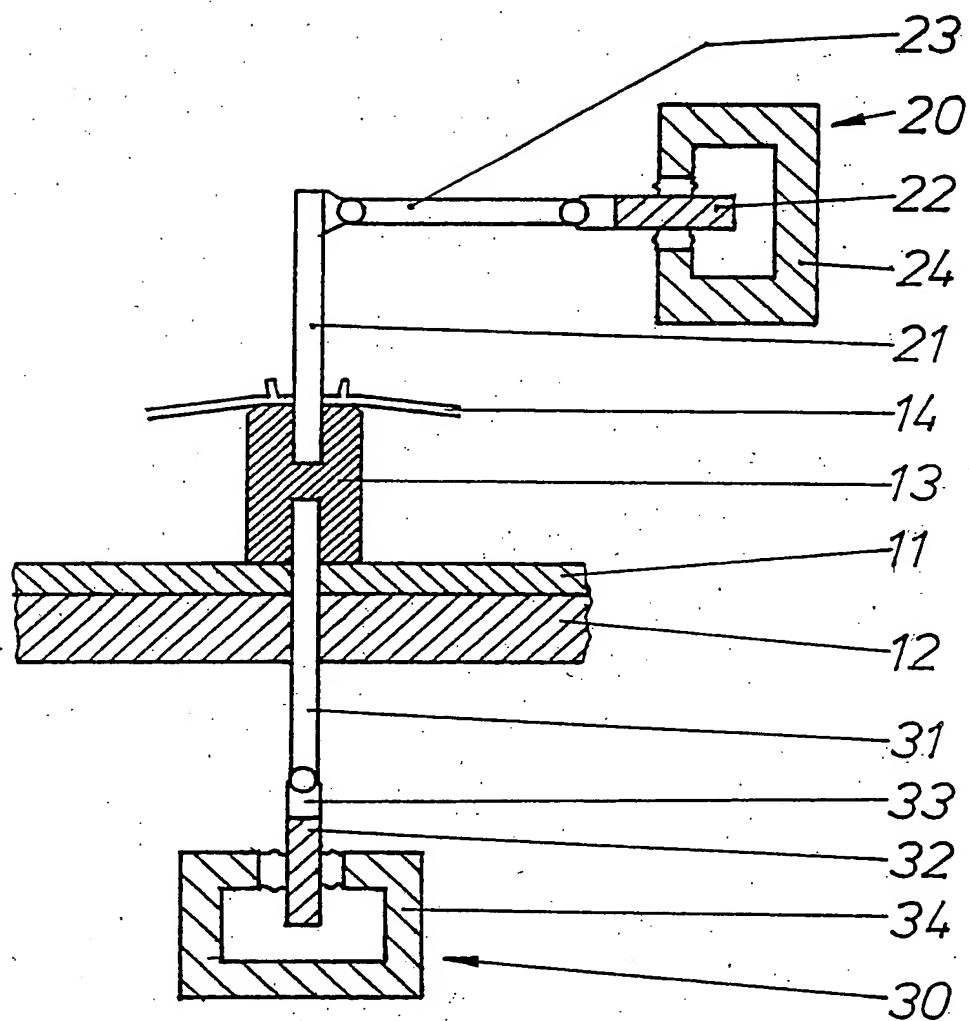


Fig. 1a

218

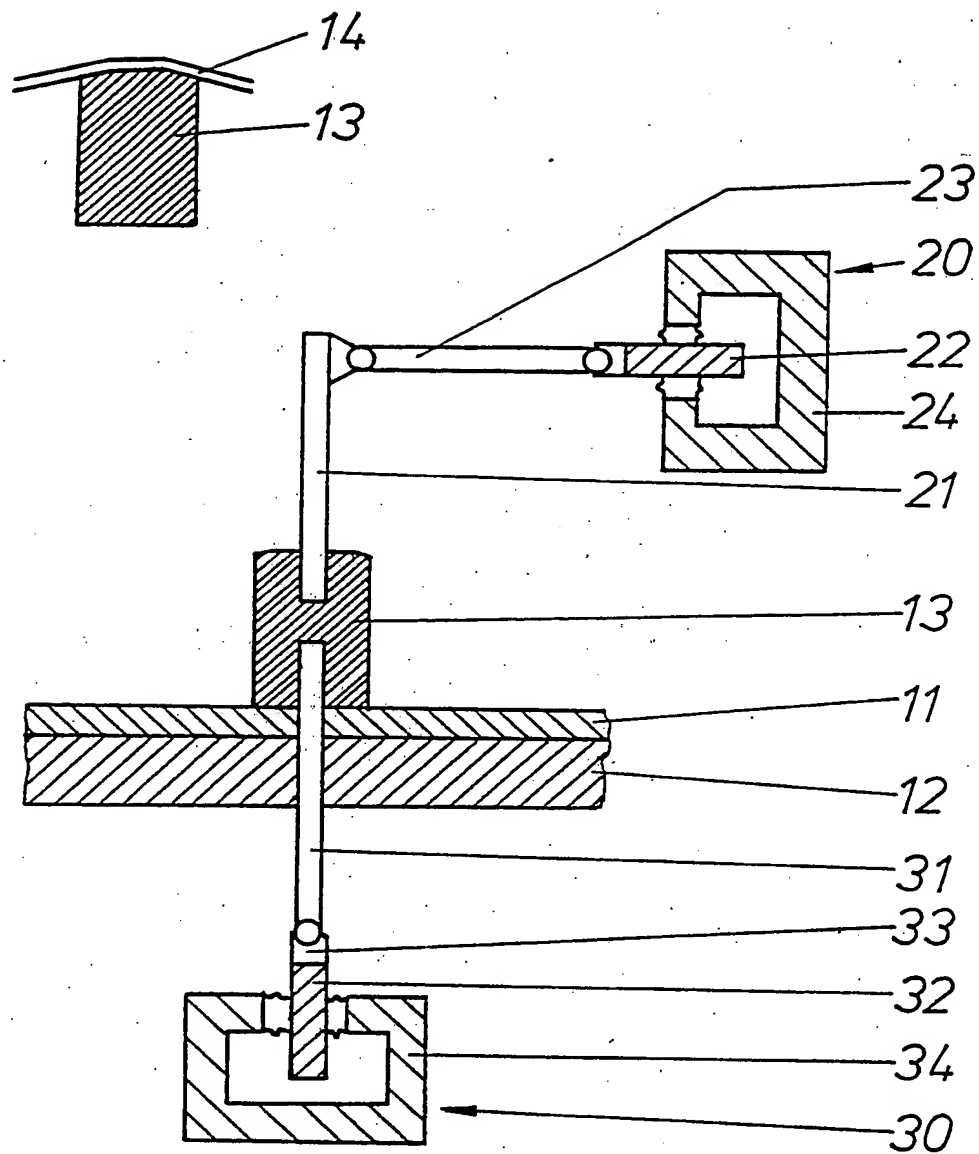


Fig. 1b

3/8

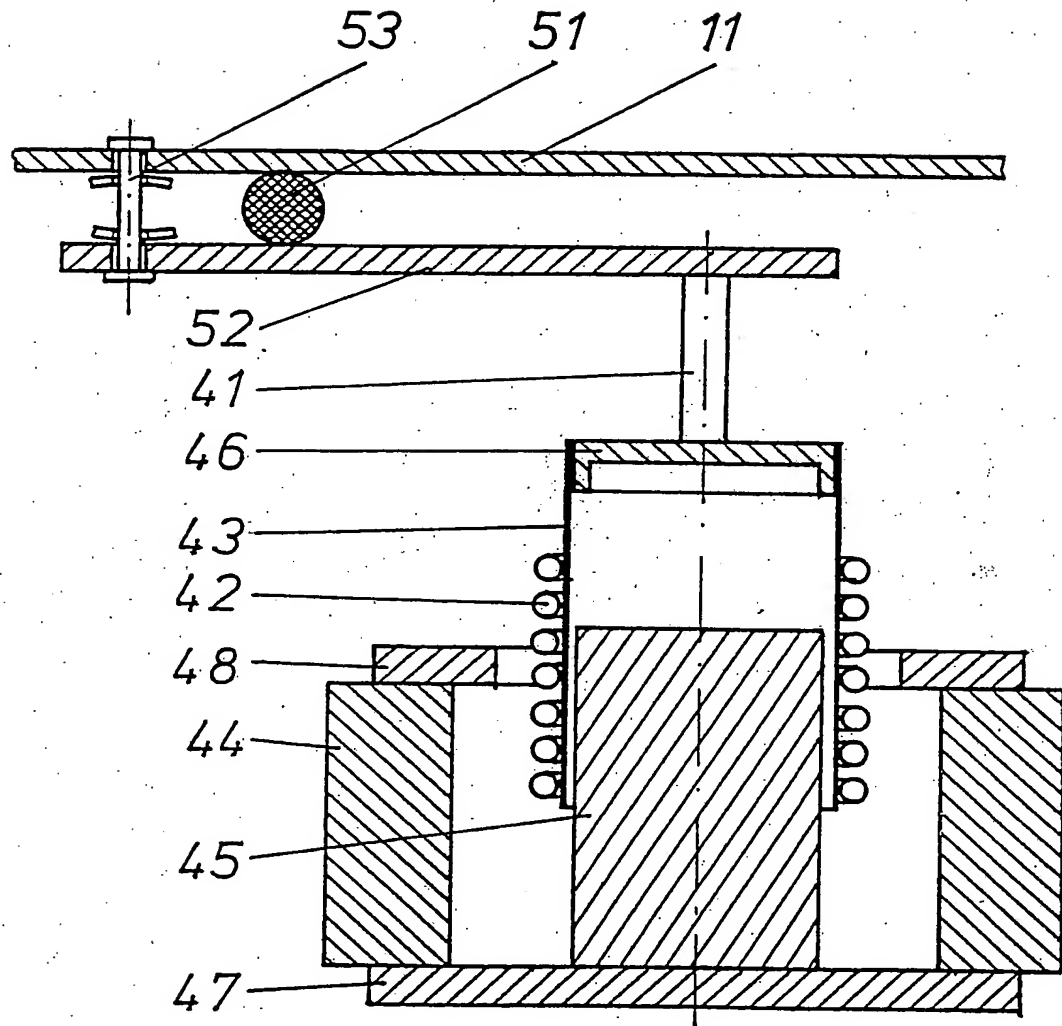


Fig. 2

418

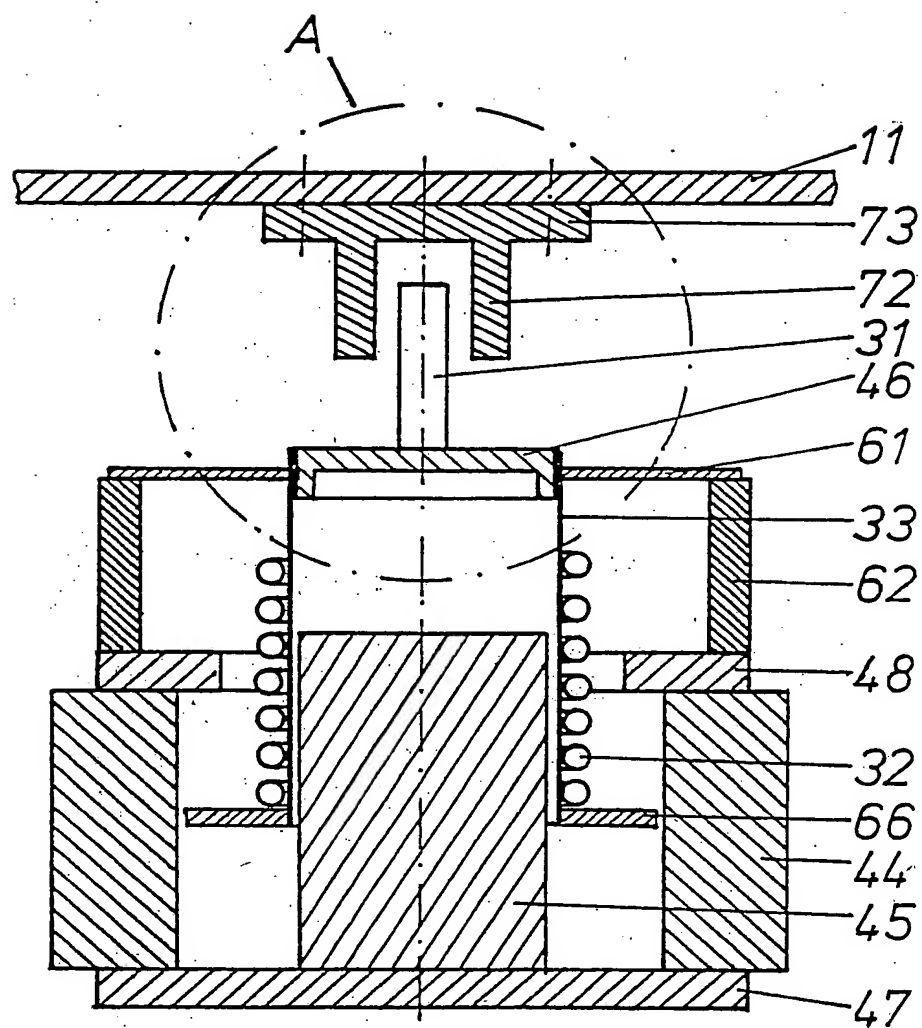
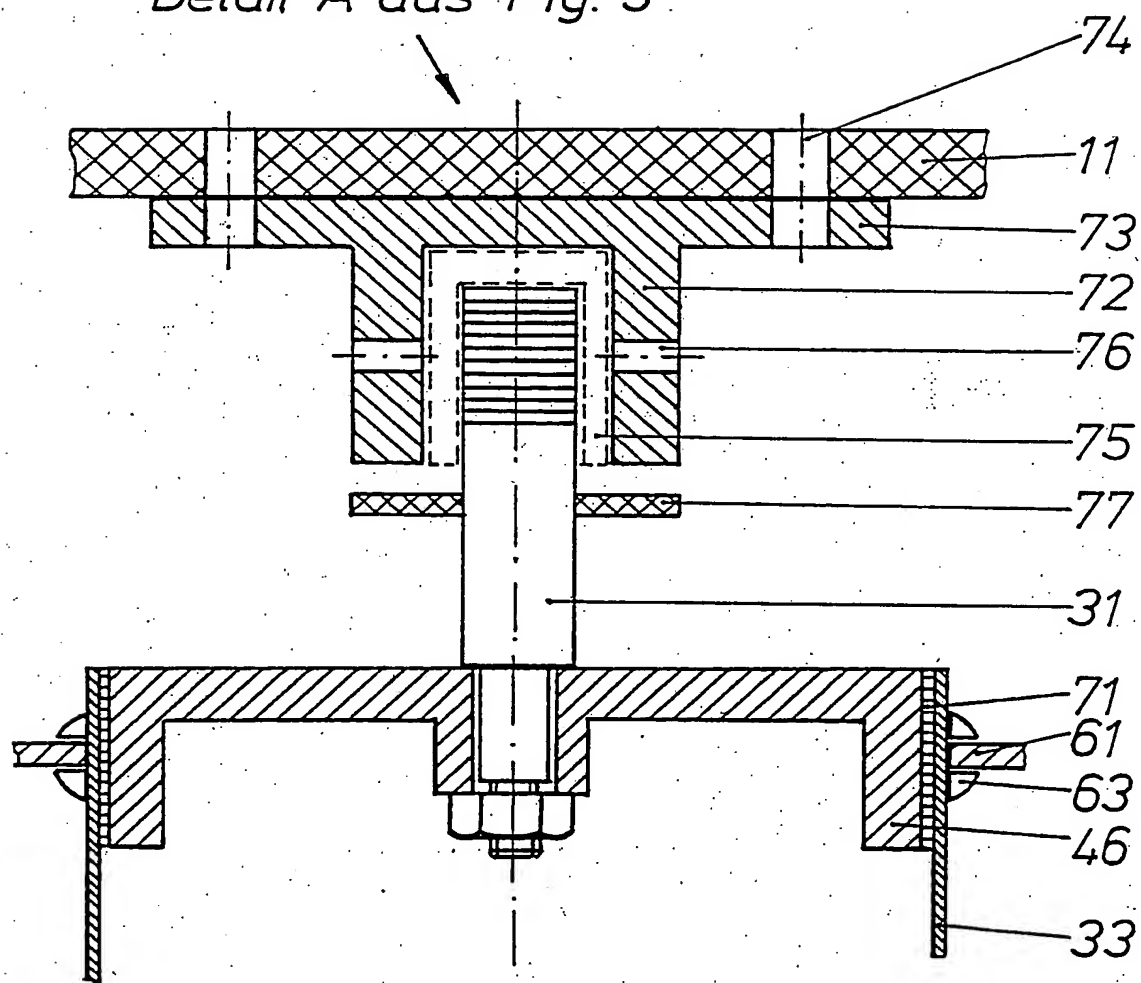


Fig. 3

518

Detail A aus Fig. 3*Fig. 4*

618

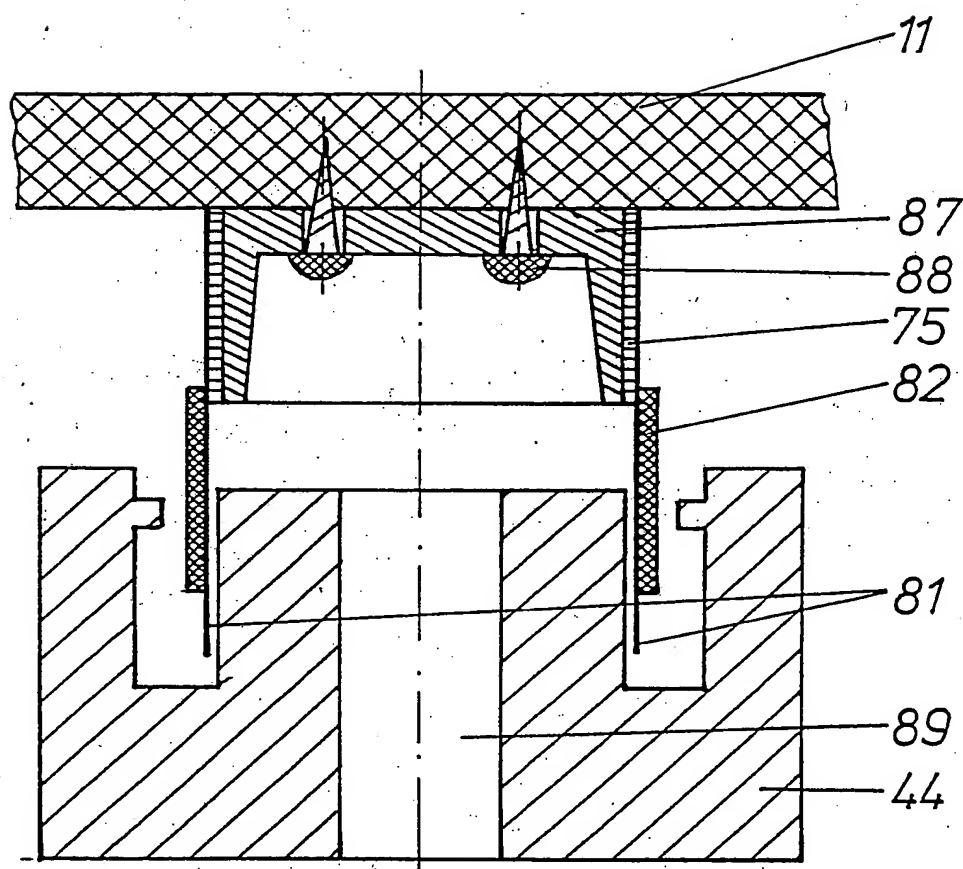


Fig. 5

718

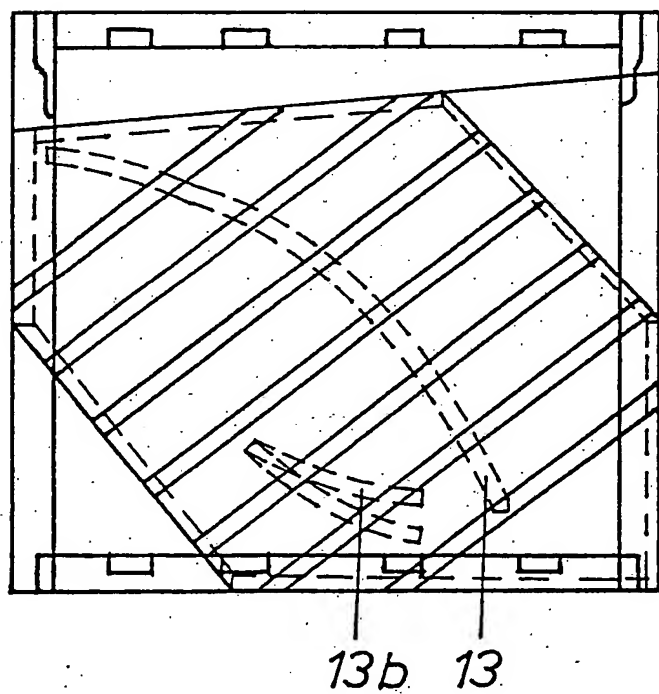
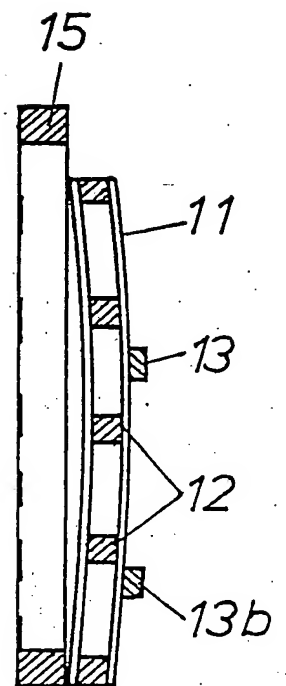
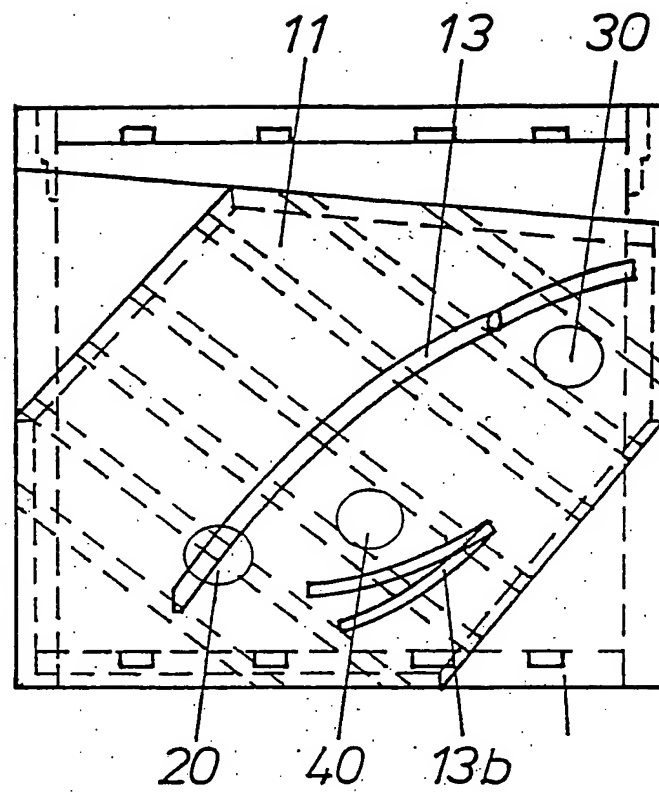


Fig. 6

ERSATZBLATT

8/8

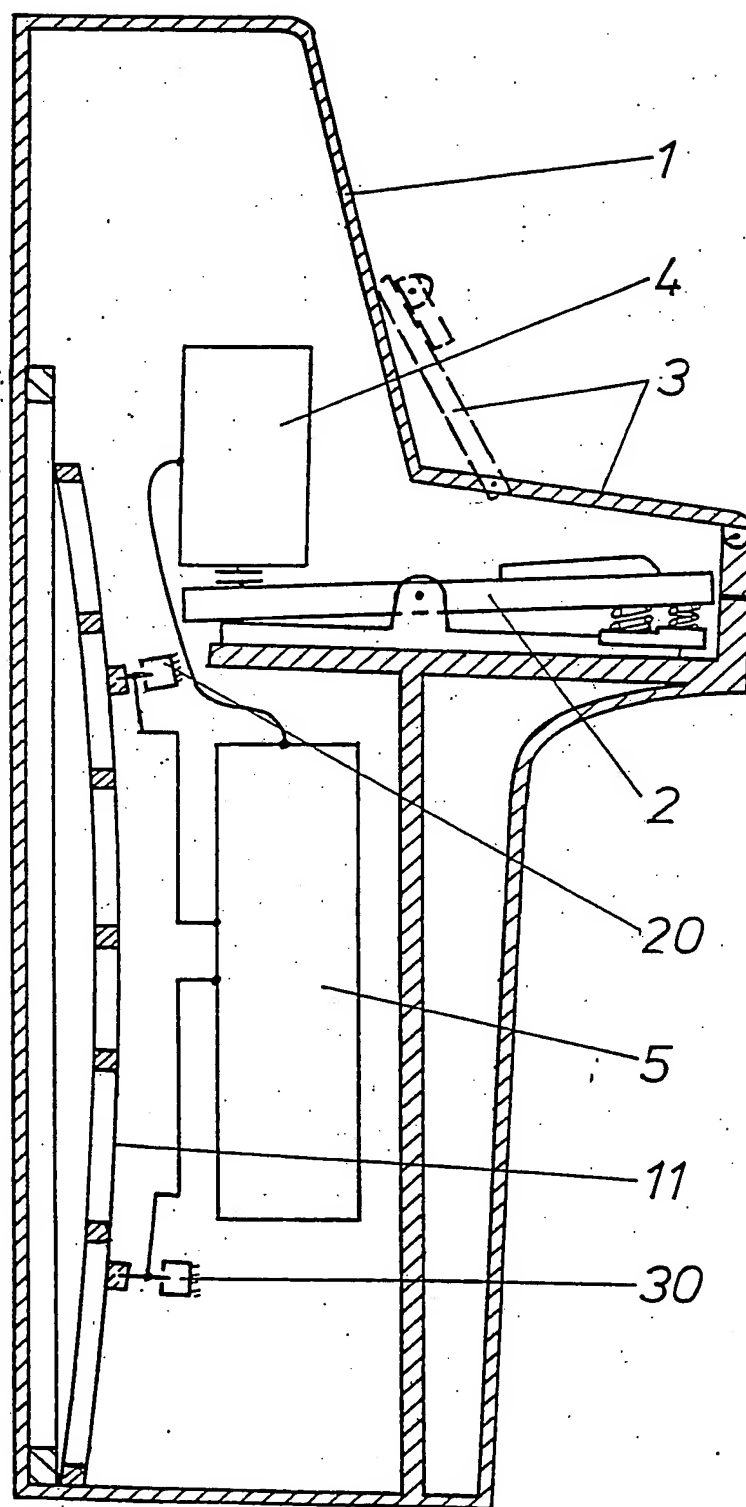


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/EP 89/01068

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl. ⁵ G 10 H 3/26; G 10 H 3/18																	
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: center; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; margin: 5px 0;">Minimum Documentation Searched ⁷</div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">Classification System</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">Classification Symbols</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Int.Cl.⁵</td> <td style="padding: 5px;">G 10 H</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; margin: 5px 0;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the extent that such Documents are included in the Fields Searched ⁸</div>			Classification System	Classification Symbols	Int.Cl. ⁵	G 10 H											
Classification System	Classification Symbols																
Int.Cl. ⁵	G 10 H																
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; padding: 5px;">Category ⁹</th> <th style="width: 70%; padding: 5px;">Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²</th> <th style="width: 20%; padding: 5px;">Relevant to Claim No. ¹³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">US, A, 1893892 (J.H. HAMMOND, JR) 10 January 1933 see page 1, lines 6-34 see page 1, lines 90-100, see page 2, lines 1-29 see page 3, lines 23-32; figures 1,8 ---</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-3,5, 7-9,19 21,22</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">DE C, 458000 (K. ILNICKI) 11 November 1926 see page 2, lines 20-98; figures 1,2 ---</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">4,5,7,19</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">DE, A, 1772339 (OLIVIERI) 04 March 1971 see page 5, lines 17-27; figure 2 ---</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">US, A, 4084473 (KITASHIMA ET AL.) 18 April 1978 see column 2, lines 7-62; figures 3,4,6 -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-4</td> </tr> </tbody> </table>			Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³	A	US, A, 1893892 (J.H. HAMMOND, JR) 10 January 1933 see page 1, lines 6-34 see page 1, lines 90-100, see page 2, lines 1-29 see page 3, lines 23-32; figures 1,8 ---	1-3,5, 7-9,19 21,22	A	DE C, 458000 (K. ILNICKI) 11 November 1926 see page 2, lines 20-98; figures 1,2 ---	4,5,7,19	A	DE, A, 1772339 (OLIVIERI) 04 March 1971 see page 5, lines 17-27; figure 2 ---	10	A	US, A, 4084473 (KITASHIMA ET AL.) 18 April 1978 see column 2, lines 7-62; figures 3,4,6 -----	1-4
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³															
A	US, A, 1893892 (J.H. HAMMOND, JR) 10 January 1933 see page 1, lines 6-34 see page 1, lines 90-100, see page 2, lines 1-29 see page 3, lines 23-32; figures 1,8 ---	1-3,5, 7-9,19 21,22															
A	DE C, 458000 (K. ILNICKI) 11 November 1926 see page 2, lines 20-98; figures 1,2 ---	4,5,7,19															
A	DE, A, 1772339 (OLIVIERI) 04 March 1971 see page 5, lines 17-27; figure 2 ---	10															
A	US, A, 4084473 (KITASHIMA ET AL.) 18 April 1978 see column 2, lines 7-62; figures 3,4,6 -----	1-4															
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>¹⁰ Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"Z" document member of the same patent family</p> </div> </div>																	
IV. CERTIFICATION <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">Date of the Actual Completion of the International Search</td> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">Date of Mailing of this International Search Report</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">10 January 1990 (10.01.90)</td> <td style="padding: 5px;">06 February 1990 (06.02.90)</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">International Searching Authority</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">Signature of Authorized Officer</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">European Patent Office</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	10 January 1990 (10.01.90)	06 February 1990 (06.02.90)	International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	European Patent Office								
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report																
10 January 1990 (10.01.90)	06 February 1990 (06.02.90)																
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer																
European Patent Office																	

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

EP 8901068
SA 31429

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 24/01

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-1893892		None	
DE-C-458000		None	
DE-A-1772339	04-03-71	FR-A- 1578949 GB-A- 1224055	22-08-69 03-03-71
US-A-4084473	18-04-78	None	

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)⁶

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

Int.Kl. 5 G10H3/26 ; G10H3/18

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff⁷

Klassifikationssystem

Klassifikationssymbole

Int.Kl. 5

G10H

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁸

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹

Art. ⁹	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
A	US,A,1893892 (J.H. HAMMOND, JR) 10 Januar 1933 siehe Seite 1, Zeilen 6 - 34 siehe Seite 1, Zeilen 90 - 100 siehe Seite 2, Zeilen 1 - 29 siehe Seite 3, Zeilen 23 - 32; Figuren 1, 8 ---	1-3, 5, 7-9, 19 21, 22
A	DE,C,458000 (K. ILNICKI) 11 November 1926 siehe Seite 2, Zeilen 20 - 98; Figuren 1, 2 ---	4, 5, 7, 19
A	DE,A,1772339 (OLIVIERI) 04 März 1971 siehe Seite 5, Zeilen 17 - 27; Figur 2 ---	10
A	US,A,4084473 (KITASHIMA ET AL.) 18 April 1978 siehe Spalte 2, Zeilen 7 - 62; Figuren 3, 4, 6 ---	1-4

⁹ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "I" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. JANUAR 1990

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

06 FEB 1990

Internationale Recherchenbehörde

EUROPAISCHES PATENTAMT

Unterschrift des bevollmächtigten Mediensteten

C.D. v.d. Vliet

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

EP 8901068
SA 31429

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24/01.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-1893892		Keine	
DE-C-458000		Keine	
DE-A-1772339	04-03-71	FR-A- 1578949 GB-A- 1224055	22-08-69 03-03-71
US-A-4084473	18-04-78	Keine	

EPO FORM P0473

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)